



## بررسی زیست محیطی منابع آب در حوزه دشت یزد-اردکان

محمد تقی دستورانی، استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

تلفن: ۰۹۱۳۳۵۷۵۴۲۵ - شماره: ۰۳۵۱-۸۲۱۰۳۱۲ - [mdastorani@yazdui.ac.ir](mailto:mdastorani@yazdui.ac.ir)

محمد علی حکیمزاده، استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

### چکیده

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق حوزه دشت یزد-اردکان است که چه از نظر تراکم جمعیت انسانی و چه از نظر تمرکز صنایع و فعالیتهای کشاورزی مهمترین منطقه استان محسوب میشود. قناتها از عمده ترین منابع آبی این منطقه محسوب میشوند ولی علاوه بر مشکلات مربوط به خشک شدن آنها در دهه های اخیر، آلوده شدن آنها خصوصا در حین عبور از جوامع انسانی یک مشکل عمده است که موضوع تحقیق در این مقاله میباشد. جهت بررسی وضعیت آب قنات های منطقه که از داخل شهرهای حوزه مورد مطالعه عبور مینمایند پنج رشته قنات انتخاب گردید و نمونه برداری ترکیبی در مظهر قنات که از منابع آلوده کننده ظاهری بدور بوده و همچنین در محل ورود آب به زمین های کشاورزی و داخل شهر صورت گرفت. پس از تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی مربوط به نمونه های برداشت شده و تهیه اطلاعات مربوط به منابع آلوده کننده وضعیت کلی حاکم بر این منابع آبی به همراه عوامل تهدید کننده آنها از نظر زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفته است. کلمات کلیدی: قنات، آلودگی آب، دشت یزد- اردکان، فاضلاب، محیط زیست

### ۱- مقدمه

افزایش جمعیت و گسترش شهرها در دهه های اخیر از یک طرف توسعه تصاعدی صنایع و کاخانجات جهت تامین نیازهای دنیای صنعتی امروز از سوی دیگر باعث گردید که مسئله تضعیف و آلودگی محیط زیست به یکی از مهمترین چالشهای جامعه امروز بشری تبدیل گردد. در این رابطه میتوان از گسترش بیش از حد تخریب جنگلها و مراتع، انقراض گونه های ارزشمند گیاهی و جانوری، فرسایش تشدید خاکی و رسوبگذاری مخازن، تشدید روند بیابانزایی، وقوع سیلابهای مخرب و هدررفت آب، تشدید پدیده خشکسالی و کمبود آب، وقوع پدیده بارانهای اسیدی، تخریب و تضعیف لایه ازن، آلودگی رودخانه ها و دیگر منابع سطحی آب، رسوخ آلودگی به منابع آب زیرزمینی و نیز شوری این منابع در اثر برداشت بیش از حد از آنها، آلودگی منابع خاک، آلودگی بیش از حد هوا در جوامع انسانی بزرگتر، گرم شدن جهانی و تشدید ذوب یخچالهای کوهستانی و قطبی و موارد نگران کننده دیگر نام برد امروزه به مسائل جدی جهانی تبدیل شده که محیط زیست کره زمین را تهدید میکند.

مسئله آلودگی آب و نامناسب شدن کیفیت منابع آبی خصوصا در مناطق خشک و کم آب محدودیت جدی برای توسعه و بهداشت این مناطق رقم میزند چرا که در اینگونه مناطق آب بیشترین نقش را در توسعه همه جانبه کشاورزی، صنعتی و بهداشتی دارد و لذا بایستی از منابع محدود آب استفاده دقیق و پایدار را داشته و از آلوده ساختن آن بشدت پرهیز نمود. استان یزد به عنوان خشکترین و کم آبرترین منطقه مرکزی ایران و منطقه دشت یزد-اردکان به عنوان اصلیتترین محدوده استان از نظر تمرکز جمعیت، صنعت و کشاورزی اهمیت حفظ و جلوگیری از آلودگی منابع آبی این منطقه را دو چندان میکند. در استان یزد قنات‌ها از مهمترین منابع آبی بشمار میروند که در دهه های اخیر بعلت حفر بیرویه چاهها اکثر آنها خصوصا در مناطق دشتی خشک شده اند (۱). مسئله مهم تاسف انگیز دیگر در این خصوص رسوخ آلودگیهای زیست محیطی به این قنات‌ها و آلوده ساختن آب آنهاست. اساسی ترین نکته در این زمینه شناسایی منابع آلوده کننده و نوع آلودگی و نیز ارزیابی میزان تاثیرپذیری منابع آبی در این خصوص است. به همین دلیل مطالعه حاضر به منظور بررسی وضعیت کیفی منابع آب و شناسایی عوامل آلوده کننده آن در دشت یزد-اردکان در نظر گرفته شده است.

## ۲- مواد و روشها

### ۲-۱- محدوده مورد مطالعه در این طرح

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق حوزه دشت یزد-اردکان است که چه از نظر تراکم جمعیت انسانی و چه از نظر تمرکز صنایع و فعالیتهای کشاورزی مهمترین منطقه استان محسوب میشود. از نظر جوامع انسانی مهمترین شهرهای استان یعنی شهرهای یزد، مهریز، تفت، اشکذر، زارچ، شاه‌دیه، میبد و اردکان در این حوزه واقع شده است. در واقع غیر از شهرهای بافق، ابرکوه، طبس و چند نقطه جمعیتی کوچکتر دیگر بقیه مراکز جمعیتی استان در این حوزه مستقر میباشند که بدون در نظر گرفتن شهرستان طبس در حدود ۸۶/۲ درصد از کل جمعیت استان در محدوده دشت یزد-اردکان واقع شده است. علاوه بر جمعیت از نظر کشاورزی و صنعت نیز عمده فعالیتها در این محدوده مستقر است طوریکه که بر اساس آمار بخش عمده آب مصرفی برای کشاورزی و صنعت در این منطقه مورد استفاده واقع میشود و بیش از ۹۹ درصد فعالیتهای صنعتی استان در این حوزه متمرکز گردیده است لذا ملاحظه میگردد که در استان یزد تمرکز اصلی مراکز جمعیتی و توسعه فعالیتهای کشاورزی و صنعتی در محدوده دشت یزد-اردکان واقع شده و لذا طبیعی است که آثار و پیامدهای ناگوار زیست محیطی نیز در این حوزه از هر جای دیگر استان بیشتر باشد. به عبارت دیگر به علت تمرکز اصلی فعالیتهای صنعتی و کشاورزی و نیز ساکن بودن بخش عمده جمعیت استان در این محدوده آب و خاک این بخش از استان بیشتر از هر جای دیگر در معرض آلوده شدن و ضربه دیدن میباشند لذا با توجه به این وضعیت حوزه دشت یزد-اردکان محدوده انتخاب شده جهت بررسی و مدیریت زیست محیطی منابع آب در این طرح میباشد.

از نظر منابع آب سطحی میتوان گفت که بخش عظیمی از استان یزد خشک و کم آب می باشد و میزان آب های سطحی آن دارای نوسانات قابل توجهی می باشد. معمولا در اواخر زمستان و اوایل بهار آب های سطحی به طرف کویر سرازیر شده و در نتیجه حجم قابل توجهی از آب های سطحی به هدر می رود. در تابستان و با توجه به عدم وجود هر نوع ریزش جوی همچنین میزان تبخیر زیاد، آب های موجود تبخیر و عملا آبی در مسیل ها و رودخانه باقی نمی ماند. با توجه به اینکه آب های سطحی این استان ناشی از برف و باران بوده و لذا وابستگی شدید به نزولات جوی همان سال دارد که با توجه به قدرت تبخیر، مشاهده می شود که آب قبل از حرکت در مسیل ها و یا نفوذ به زمین تبخیر شده و چیزی از آن باقی نمی ماند. در این استان رودخانه دائمی در استان یزد وجود ندارد..

قبل از اقدام به انتقال آب از سرچشمه های زاینده رود به استان یزد، مهمترین منبع آب مصرفی یزد از آبهای زیر زمینی و از طریق چاه های عمیق و نیمه عمیق و قنات ها بوده است که قنات بیشتر جنبه آبیاری داشته و چاه ها بیشتر برای مصرف شهری و خانگی مورد استفاده قرار می گرفته است. افزایش و کاهش میزان دبی این منابع بیشتر به نزولات جوی بستگی داشته و گاهی به علت عدم وجود نزولات جوی و مصرف بی رویه، قنات ها خشک می شدند و آب های زیر زمینی تا ۱۴۰ متر زیر زمین افت پیدا می کردند. با توجه به نزولات جوی کم منطقه مورد مطالعه و تبخیر بسیار زیاد آن، تغذیه سفره های آب زیر زمینی منطقه عملاً کم است. تعداد قنات های استان در حدود ۱۰۷۸ رشته و چاههای عمیق و نیمه عمیق از هزار حلقه تجاوز کرده است. چاههای دستی نیز بیشتر از ۱۰۰۰ حلقه بوده که در گذشته همه این چاه ها و قنات ها فعال بوده اما با توجه به مصرف بی رویه و افزایش برداشت آب از این منابع و گاهی آلوده شدن آب این منابع، امکان استفاده بهینه از این از منابع به حداقل خود رسیده است. عمق آب های زیر زمینی از ۵ متر تا بیش از ۱۰۰ متر متغیر بوده که برای نمونه، عمق آب در اردکان گاهی به ۵ متر و در شهر یزد به بیش از ۱۰۰ متر می رسد.

در رابطه با کیفیت منابع آب های زیر زمینی استانی یادآوری گردد که آب در مناطق کویری و بیابانی معمولاً دارای املاح محلول بوده و آب های زیر زمینی استان یزد نیز خارج از این وضعیت نبوده و غلظت املاح در آب های زیر زمینی استان یزد با استثنای بعضی از املاح موجود باعث سختی آب شده و در نتیجه تصفیه آن و سختی زدائی آن با هزینه سرسام آور همراه بوده و مشکلات عدیده ای برای صاحبان صنایع بوجود می آورد (۲). با توجه به اینکه عمده منابع آب های زیر زمینی دارای سختی نسبتاً سنگین و یا سنگین هستند، این معضل شدیدتر شده است ولی وجود بخش کمی از آب های با سختی قابل قبول کمتر از ۲۴۰ قسمت در میلیون بر اساس کربنات کلسیم باعث گردیده است که استفاده از این آبها از صدها سال قبل تاکنون متوقف نشده و آب های قنات را می توان جزو این آب های مناسب شمرد.

## ۲-۲- روش آنالیز و آزمایش

جهت بررسی وضعیت آب قنات های منطقه که از داخل شهرهای حوزه مورد مطالعه عبور مینمایند پنج رشته قنات انتخاب گردید و نمونه برداری ترکیبی در مظهر قنات که از منابع آلوده کننده ظاهری بدور بوده و همچنین در محل ورود آب به زمین های کشاورزی و داخل شهر صورت گرفت. نمونه ها در ظروف مخصوص پلاستیکی نمونه برداری ریخته شد و پس از بستن درب آن بلافاصله در ظرف و محیط سرد به آزمایشگاه منتقل گردید. با توجه به فاصله زمانی اندک بین نمونه برداری و آنالیز، بخش غالب نمونه بدون انجام عملیات تثبیت به آزمایشگاه منتقل گردید و پارامترهای اصلی مانند PH، تیرگی یا کدورت، EC، کلورور، کل مواد جامد معلق TSS، کل مواد محلول TDS و غیره مورد آزمایش قرار گرفت. پارامتر BOD و COD که از اهمیت زیادی برای شناخت آلوده شدن آب قنات با پساب های صنعتی برخوردار است با دقت تمام انجام گرفت. با توجه به نیاز به آماده کردن وسایل مورد نیاز و محلول های تازه، نمونه برداری برای آنالیز بیولوژیکی به صورت جداگانه و بافاصله زمانی ۲ ساعت انجام گرفت. جدول ۱ مشخصات کلی قناتهای انتخاب شده در این تحقیق را نشان میدهد.

جدول ۱ فهرست قنات هایی که در حوزه دشت یزد اردکان مورد بررسی قرار گرفت

ردیف	نام قنات	طول (km)	دبی (لیتر در ثانیه)	نمونه برداری در مظهر	نمونه برداری در انتها
۱	حسن آباد مشیر - مهریز	مجهول	۸۴	مزرعه عباس اباد	مقابل مسجد آبخشور
۲	شاه جوی - تفت	۱۵	۴۳	مزرعه میر سید محمد	خارج از شهر

۳	جعفرآباد - میبد	مجهول	مجهول	محلہ شریف آباد	ورود به باغات پسته
۴	قطب آباد - اردکان	۱۱/۵	۲۰	مقابل فرمانداری	ورود به اراضی کشاورزی
۵	زارچ	۴۳	۱۴/۵	مظهر (داخل شهر زارچ)	ورود به اراضی کشاورزی

### ۳- نتایج و بحث

در اینجا کیفیت آب هر یک از قنات های مطالعه شده را به بحث می گذاریم. گر چه آب قنات ها اساساً به مصرف آبیاری می رسد، اما بخاطر آنکه در داخل شهرها مصرف شستشو دارند، لذا آنها را با استاندارد آب آشامیدنی محک می زنیم جدا از آن میزان هدایت میزان الکتریکی آب قنات ها بر اساس طبقه بندی مربوط به آب آبیاری سنجیده شده است.

#### ۳-۱- قنات زارچ

مصرف اصلی آب قنات در امر آبیاری است. با این وجود در فاصله مظهر تا محل ورود به زمین های کشاورزی که آب قنات در سترس می باشد مورد استفاده خانگی غیر آشامیدن نیز قرار می گیرد. شستشوی لباس، فرش و دیگر وسایل و مواد در این فاصله معمول است. همچنین تخلیه فاضلاب گرمابه ها و نفوذ احتمالی فاضلاب منازل در این مقطع بر قرار است. بنابراین قنات زارچ در فاصله مظهر تا زمین های کشاورزی ظاهراً بیشترین آلودگی را به خود می پذیرد. بهمین خاطر ایسگاههای نمونه برداری ابتدا و انتهای همین فاصله انتخاب گردید. جدول ۲ نتایج آزمایش فیزیکی و شیمیایی آب مظهر و انتهای قنات را در سال ۱۳۸۵ نشان می دهد. نکات مشروح زیر در ارتباط با این نتایج قابل ذکر است:

- تفاوت دمای آب در فاصله بین مظهر و انتهای قنات حدود ۳ درجه سانتی گراد می باشد. یعنی در این فاصله ۳ درجه گرمتر می شود. با توجه به زمان نمونه برداری که خرداد ماه می باشد، گرمتر شدن آب در این فاصله که در تماس بیشتر با هوا قرار می گیرد، طبیعی است. میزان PH در دو ایستگاه نمونه برداری بالاتر از ۷ وقلیایی است. این میزان PH در آب های منطقه کویری عادی می باشد. با توجه به اینکه حد مجاز PH در آب آشامیدنی بین ۶/۵ تا ۹/۲ می باشد، بنابراین PH آب قنات کاملاً در محدوده مجاز می باشد. تفاوت PH آب در دو ایستگاه نیز چندان زیاد نیست. میزان هدایت الکتریکی و مواد محلول تام (T.D.S) در مظهر قنات به ترتیب ۴۰۹۰ میکروموس بر سانتی متر و ۲۷۴ میلی گرم در لیتر و نسبت مواد محلول تام به هدایت التریکی ۰/۰۷ می باشد. همچنین در انتهای قنات میزان هدایت الکتریکی ۸۳۷۰ میکروموس بر سانتی متر و مقدار مواد محلول تام ۳۱۰ میلی گرم در لیتر و نسبت دومی به اولی حدود ۰/۰۴ است. با مقایسه میزان هدایت الکتریکی با ارقام مندرج در جداول استاندارد ملاحظه می گردد که آب این قنات بهیچ وجه مناسب آبیاری نیست. تقریباً همین نتیجه در تمام سالهای بررسی آب قناتها در چهارچوب طرح حاضر (۵ سال) بدست آمده است. اما لازم به ذکر است که قرن ها است که زمین های پایین دست قنات با این آب آبیاری شده اند. شاید نوع دانه بندی و ساختمان خاک، نوع کشت، شرایط آب و هوایی و عوامل ناشناخته دیگر تناسب بین آب و خاک را فراهم نموده اند، به گونه ای که ادامه کشت در خاک بدون عملیات زهکشی همچنان فراهم است. با این وجود بنظر نمی رسد که راندمان برداشت محصول از زمین های مورد نظر چندان بالا باشد (۳). غلظت اکسیژن محلول در مظهر قنات ۶ میلی گرم در لیتر و در انتهای قنات ۵ میلی گرم در لیتر می باشد. بالا بودن میزان نسبی اکسیژن محلول و درصد اشباع آن نشانگر آن است که به رغم

آنکه قنات در بیشتر مسیر از زیر زمین عبور می نماید، آهنگ جذب اکسیژن آن در حد متوسط است. جذب اکسیژن کافی در مسیر کمک زیادی در امر خود پالایی قنات و زدودن مواد آلی آن می کند. چه بسا که مواد آلی نسبتاً زیادی از راه نشت فاضلاب و دیگر آبهای نفوذی حاوی مواد آلی (بویژه در محدوده شهرها) به آن افزوده می شود که در مسیر اکسیده می گردند.

در خصوص قنات زارچ قاعدتاً می بایست در فاصله مظهر تا انتهای قنات میزان اکسیژن محلول افزایش پیدا نموده و یا دست کم ثابت بماند. اما همانگونه که نتیجه آزمایش نشان می دهد این میزان به مقدار یک میلی گرم در لیتر کاهش پیدا نموده است. این امر نشان می دهد که در فاصله دو ایستگاه بار آلودگی آلی وارد به قنات قابل توجه است.

- میزان BOD در مظهر قنات ۱۰ میلی گرم در لیتر و در انتهای قنات ۹ میلی گرم در لیتر است. کاهش جزئی BOD در فاصله دو ایستگاه با کاهش اکسیژن محلول البته تناسب چندانی ندارد. نکته قابل ذکر در این خصوص آنست که بار آلودگی قبل از مظهر قنات وارد آب قنات گشته و در فاصله مظهر قنات تا محل ورود به اراضی تغییر چندانی نمی کند. این امر ضرورت بررسی و شناسائی منابع آلودگی و کنترل آنها را ایجاب می کند.

- غلظت کلرور آب در مظهر ۱۴۲۷ ملی گرم در لیتر و در انتهای قنات ۲۳۷۸/۵ میلی گرم در لیتر است. با قبول این واقعیت، می توان اشاره کرد که استفاده از آب قنات زارچ به هیچ وجه مناسب آبیاری نیست. اما همانگونه که در بحث مربوط به هدایت الکتریکی اشاره شد، خاک هایی که بوسیله این آب مشروب می شوند خود به اندازه کافی شور هستند و نوع کشتهای رایج به اندازه کافی در مقابل شوری مقاوم هستند. در حقیقت میزان کلرور موجود در آب در انتهای قنات حدود ۴ برابر حداکثر مقدار مجاز برای آب آشامیدنی می باشد (جدول استاندارد).

- میزان سختی کل آب در مظهر ۱۳۸۵ و در انتهای قنات ۱۴۹۰ میلی گرم در لیتر می باشد. با توجه به اینکه مصرف اصلی آب قنات جهت آشامیدن نیست. این میزان سختی محدودیت چندانی برای مصارف غیر شرب آن ایجاد نمی کند. لازم به ذکر است این سختی حدود سه برابر حداکثر مجاز برای آب آشامیدنی است (۴).

- میزان کدورت آب در ابتدا ۴ و در انتها ۱ واحد است. میزان کدورت پائین تر از حداکثر مقدار مطلوب با توجه به استانداردهای آب آشامیدنی است. میزان کلسیم در ابتدا و انتهای قنات به ترتیب ۱۵۲ و ۱۵۴ میلی گرم در لیتر است که با توجه به نوع استفاده ای که از این آبها می شود مشکلی ندارد. میزان منیزیم در ابتدا و انتهای قنات به ترتیب برابر ۲۴۱/۲ و ۲۶۵/۵ میلی گرم در لیتر است که برای شرب نامناسب است. میزان مواد معلق تام (TSS) در مظهر قنات ۲۵ و در انتهای آن برابر ۷۰ میلی گرم در لیتر است که با توجه به اینکه آب قنات به مصرف آبیاری میرسد مشکلی از این نظر ندارد.

جدول (۲) نتایج آزمایش قنات زارچ در محل نمونه برداری شماره ۱ (مظهر) و انتهای خرداد ۱۳۸۵

ردیف	عامل مورد آزمایش	واحد	مقدار در ابتدا	مقدار در انتها
۱	PH	-	7.86	7.56
۲	دما	درجه سانتی گراد	20	23
۳	کدورت	FTU	4	1
۴	هدایت الکتریکی	µs/cm	4090	8370
۵	قلیائیت کل	mg/L.caco <sub>3</sub>	140	210
۶	قلیائیت فنل	mg/L.caco <sub>3</sub>	20	30

2378.5	1427	mg/L	کلرور	۷
2	4	mg/L	کلسیم	۸
154	152	mg/L	منیزیم	۹
265.2	241.2	mg/L.caco <sub>3</sub>	سختی کل (TH)	۱۰
1490	1385	mg/L.caco <sub>3</sub>	کل جامدات محلول (TDS)	۱۱
310	274	mg/L.caco <sub>3</sub>	کل جامدات معلق (TSS)	۱۲
70	25	mg/L	اکسیژن محلول (DO)	۱۳
73	80	mg/L	اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD)	۱۴
9	10	mg/L	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)	۱۵

### ۳-۲- قنات قطب آباد اردکان

طول این قنات ۱۱/۵ کیلومتر بوده و از داخل شهر اردکان عبور نموده و در محله قطب آباد اردکان وارد باغات میوه می گردد. میزان آبدهی آن ۲۰ لیتر در ثانیه می باشد. این قنات در فاصله دو ایستگاه نمونه برداری در بیشتر مسیر به صورت جوی آب در سطح زمین جاری بوده و دسترسی به آن را جهت مصارف گوناگون فراهم می نماید. از جمله استفاده های خانگی آب در مسیر شستشوی لباس و شستشوی مرغ می باشد. بعضی از جاها کنار قنات کشتار دام پراکنده صورت می گیرد. جدا از آنها، شستشوی کاه ته انبار و گاهی کاه تازه در مسیر معمول است. ایستگاه اول نمونه برداری محله شریف آباد و ایستگاه دوم محله قطب آباد می باشد. جدول نتایج آزمایشات فیزیکی و شیمیایی نمونه های آب برداشت شده به علت محدودیت فضا در این مقاله درج نگردیده است، ولی در رابطه با این نتایج می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- درجه حرارت آب از مظهر تا انتها به میزان یک درجه سانتی گراد افزایش پیدا کرده است که با توجه به فصل نمونه برداری (خرداد ماه) و در تماس بودن آب با هوا در این مسیر این تغییر جزئی کاملاً عادی است. میزان PH در ابتدا ۸/۱۸ و در انتها ۷/۴۷ می باشد که در هر دو حالت در محدوده قابل قبول بوده و مشکل از این لحاظ وجود ندارد.

- کدورت آب از ۲ واحد در مظهر قنات به ۲۸ واحد در انتها میرسد که در حقیقت در محل مظهر قنات در محدوده مطلوب قرار دارد ولی در انتها از میزان حداکثر مجاز فراتر می رود (برای شرب). این تغییر زیاد نشانگر آنست که احتمالاً پسابهای با کدورت بالا در این فاصله وارد آب شده و کیفیت آنرا شدیداً تحت تأثیر قرار می دهد. هدایت الکتریکی آب در مظهر قنات ۲۲۸۰ و در انتها ۲۴۳۰ میکروموس بر سانتی متر می باشد که از نظر آبیاری نسبتاً نا مناسب می باشد (۵) ولی با توجه به اینکه این آب اساساً جهت آبیاری باغات پسته مورد استفاده قرار می گیرد مشکل چندانی نخواهد داشت. میزان کلرور آب در مظهر قنات ۳۴۷۹ میلی گرم در لیتر است در حالی که در محل ایستگاه دوم (انتها) به ۷۸۱ میلی گرم در لیتر کاهش می یابد. تفاوت فاحش میزان این عنصر در مظهر و انتهای قنات کاملاً غیر عادی به نظر می رسد. احتمالاً اشتباهی در اندازه گیری (خصوصاً در مظهر قنات) اتفاق افتاده و یا اینکه در هنگام نمونه برداری در آن ایستگاه تخلیه ناگهانی فاضلاب در آن صورت گرفته است. چنانچه مقدار کلرور مربوط به انتها را نیز ملاک قرار دهیم باز هم نشان دهنده این است که این آب برای شرب و آبیاری مناسب نیست. با توجه به اینکه آب این قنات جهت آبیاری باغات پسته مورد استفاده قرار می گیرد و پسته نیز به شوری خاک و آب مقاوم می باشد تا حال احتمالاً مشکل جدی ایجاد نکرده است در

غیر اینصورت به علت بالا بودن میزان کلرور شور شدن تدریجی خاک محتمل می باشد. میزان اکسیژن محلول در مظهر قنات ۶ و در انتهای آن ۴ میلی گرم در لیتر است که کاهش این فاکتور نشانگر آلوده شدن آب در این فاصله می باشد. مقدار BOD و COD در ابتدا و انتهای قنات نیز این موضوع را تأیید می کند بطوریکه مقدار BOD در ابتدای قنات ۱۴ میلی گرم در لیتر و در انتهای ۲۹ میلی گرم در لیتر است. به همین صورت مقدار COD نیز از ۳۳ میلی گرم در لیتر در ابتدای قنات به ۴۷ میلی گرم در لیتر در انتهای قنات افزایش می یابد که افزایش قابل توجه این دو پارامتر در فاصله مظهر قنات و محل وارد شدن به اراضی کشاورزی آلودگی شدید آب قنات در این فاصله را منعکس می نماید. میزان کلسیم، منیزیم، سختی کل و کل جامدات محلول و کل جامدات معلق در حدی است که با توجه به اینکه آب قنات جهت آبیاری استفاده می شود مشکل خاصی ایجاد نخواهد کرد.

### ۳-۳- قنات جعفر آباد میبد

این قنات از کنار شهر میبد عبور نموده و مظهر آن در محله جعفر آباد میبد است. در فاصله مظهر تا رسیدن به پای درختان پسته شدیداً بوسیله فاضلاب خانگی محله مذکور (البته غیر از فاضلاب مستراح ها) آلوده می گردد بر این اساس می توان گفت آلودگی میکروبی آب این قنات از دیگر قنات های تحت مطالعه بیشتر است. ایستگاه اول نمونه برداری که مظهر قنات است تقریباً در انتهای روستای جعفر آباد می باشد. بالاتر از این نقطه بلحاظ آنکه عمق قنات زیاد می شود امکان دسترسی وجود ندارد. ایستگاه دوم در داخل باغهای پسته انتخاب شده است. فاصله بین دو ایستگاه حدود ۸۰۰ متر بوده و در این فاصله قنات به صورت کانال سطحی و بتنی جاری می باشد. بلحاظ آنکه آب قنات در فاصله دو ایستگاه کاملاً آلوده است امکان استفاده خانگی همچون شستشو وجود ندارد، بنابراین از آب این قنات تنها برای آبیاری باغات میوه استفاده می شود. از آب قنات در دو ایستگاه یاد شده نمونه برداری بعمل آمد.

نتایج آزمایشگاهی نمونه های آب برداشت شده از مظهر و انتهای قنات (محل رسیدن به باغات پسته) جدول نتایج آزمایشات فیزیکی و شیمیایی نمونه های آب برداشت شده به علت محدودیت فضا در این مقاله درج نگردیده است، ولی در رابطه با این نتایج می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مقدار PH در مظهر قنات ۷/۱۷ و در انتهای آن ۷/۲۵ می باشد که تغییر چندانی نکرده است. دمان آب نیز در این دو نقطه تغییر چندانی نکرده است. کدورت آب از ۱۴ واحد در محل مظهر قنات به ۱۷ واحد در انتهای قنات افزایش پیدا کرده است. با توجه به اینکه مقدار کل جامدات معلق نیز از ۳۳ میلی گرم در لیتر در مظهر قنات به ۶۰۱ میلی گرم در انتهای قنات افزایش یافته حکایت از ورود فاضلاب در فاصله بین این دو نقطه دارد که این نکته توسط تغییر میزان COD و BOD نیز تأیید میشود. همانگونه که در جدول ملاحظه می گردد مقدار BOD از ۳۶ میلی گرم در لیتر در مظهر قنات به ۵۲ میلی گرم در لیتر در انتهای آن افزایش می یابد و تعداد COD نیز از ۶۵ میلی گرم در لیتر در محل مظهر قنات به ۱۳۳ میلی گرم در لیتر در محل انتهای قنات افزایش پیدا کرده است. بالا بودن میزان این دو عامل حکایت از آلوده بودن آب قنات دارد و افزایش قابل ملاحظه آنها از محل مظهر تا انتهای قنات نشان دهنده آن است که آب در این فاصله به شدت دچار آلودگی می شود که احتمالاً بخاطر ورود فاضلابهای بهداشتی می باشد.

مقدار هدایت الکتریکی آب قنات در محل مظهر ۱۵۷۰ میکروموس بر سانتی متر و در انتها آن برابر ۱۸۱۰ میکروموس بر سانتی متر می باشد که تغییرات آن چندان زیاد نیست. لازم به ذکر است که این مقدار شوری برای آب شرب قطعاً مناسب نیست ولی با توجه به اینکه این آب برای شرب استفاده نمی شود و اغلب جهت آبیاری باغات پسته بکار می رود مشکل خاصی ایجاد نخواهد کرد.

لازم به ذکر است که عوامل دیگر از جمله میزان کلرور، سدیم، منیزیم و سختی کل در دو محل اندازه گیری اختلاف چندانی نداشته و مقادیر بسیاری بالایی را نیز نشان نمی دهند. مقدار کل جامدات معلق از ۱۳۴ میلی گرم در لیتر در محل مظهر قنات به ۲۵۰ میلی گرم در لیتر در انتهای قنات افزایش می یابد. هر چند مقدار این عامل بطور کلی بالا نیست ولی افزایش قابل ملاحظه آن از ابتدا تا انتهای قنات حکایت از این است که آب قنات در فاصله بین این دو نقطه تحت تأثیر آلودگی های موضعی قرار می گیرد.

### ۳-۴- قنات شاه جوی تفت

در ازای این قنات افزون بر ۱۵ کیلومتر بوده و پس از گذر از شهر تفت به سوی شهر یزد جاری می باشد. میزان آبدهی آن حدود ۴۳ لیتر در ثانیه می باشد و پس از قنات حس آباد مشیر مهریز این قنات پر آب تر از دیگر قناتهای مطالعه شده می باشد. ایستگاه اول نمونه برداری حدود ۲۰ متر پایین تر از مظهر قنات می باشد. در حقیقت ایستگاه اول در ابتدای ورود قنات به داخل شهر تفت انتخاب گردید. همینطور ایستگاه دوم تقریباً در نقطه خروج قنات از شهر معین شد. همانطور که در مورد سایر قنات ها اشاره شد مصرف اصلی آب قنات جهت آبیاری بویژه آبیاری باغات میوه است. اما بر اساس سنت شهرها و آبادی های کویری هر جا که امکان دسترسی آسان به آب قنات فراهم باشد، استفاده از آن جهت شستشو امری عادی است. همین استفاده مستقیم از آب جهت شستشوی فرش، لباس و ... عامل عمده آلودگی قنات ها محسوب می گردد.

جدول نتایج آزمایشات فیزیکی و شیمیایی نمونه های آب برداشت شده به علت محدودیت فضا در این مقاله درج نگردیده است، ولی در رابطه با این نتایج می توان به موارد زیر اشاره کرد:

مقادیر مربوط به دما و PH آب در این دو نقطه تقریباً ثابت می باشد. میزان کدورت آب از صفر در محل مظهر قنات به ۲ در انتهای قنات افزایش پیدا کرده است ولی از این نظر هیچ مشکلی وجود ندارد. مقدار هدایت الکتریکی آب قنات در مظهر آن ۱۳۰۰ میکروموس بر سانتی متر و در محل انتهای قنات ۱۳۴۰ میکروموس بر سانتی متر اندازه گیری شده است که تغییر چندانی را نشان نمی دهد. شوری آب قنات در کل برای منطقه کویری همچون استان یزد و نیز نوع استفاده ای که از آن می شود (آبیاری) هر چند ممکن است در حد مطلوب نباشد ولی چندان مشکل ساز نیز نخواهد بود. مقدار عناصری همچون کلرو، کلسیم و منیزیم در حد معمول بوده و تفاوت چندانی از مظهر تا انتهای قنات نیز نشان نمی دهد. مقدار اکسیژن محلول در محل مظهر قنات ۶ میلی گرم در لیتر و در انتهای قنات ۵ میلی گرم در لیتر است که هر چند کاهش جزئی در این مسیر نشان می دهد ولی در کل میزان اکسیژن محلول در حد دو نقطه تفاوت چندانی نداشته و مقدار آن نیز مناسب است. میزان کل جامدات محلول در محل مظهر قنات ۱۰۰۵ میلی گرم در لیتر و در انتهای قنات ۸۵۵ میلی گرم در لیتر است که تفاوت کمی را نشان می دهد. اما تفاوت میزان کل جامدات معلق در دو نقطه اندازه گیری شده قابل توجه می باشد. مقدار این پارامتر در مظهر قنات ۱۵۰ میلی گرم در لیتر است در حالی که در نقطه دوم (انتها) به ۵۳۴ میلی گرم در لیتر افزایش پیدا می کند. چنانچه اشتباهی در این خصوص در آزمایشگاه رخ نداده باشد احتمال اینکه تخلیه یکباره جریان های دارای مواد معلق آنهم در زمان نمونه برداری به آب قنات اتفاق افتاده باشد زیاد است. مقدار BOD در مظهر و انتهای قنات به ترتیب ۱۲ و ۱۱ میلی گرم در لیتر اندازه گیری شده است. مقدار COD نیز در این دو نقطه به ترتیب ۲۵ و ۱۷ میلی گرم در لیتر می باشد. در کل کیفیت آب این قنات نسبت به قنات بررسی شده دیگر مناسب تر می باشد.

### ۳-۵- قنات حس آباد مشیر مهریز



این قنات پر آب تر از همه قنات های مطالعه شده بوده و میزان آبدهی آن ۸۴ لیتر در ثانیه می باشد. مظهر قنات در فاصله حدود یک کیلومتری شرق شهر مهریز و در پایین دست مکانی بنام مزرعه عباس آباد است. آب از مظهر تا داخل شهر در یک مسیر سطحی روباز جاری می باشد. در نزدیکی مظهر آب قنات جهت شستشوی فرش مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین در داخل شهر مورد استفاده متنوع خانگی (غیر آشامیدن) دارد. ایستگاه اول نمونه برداری در مظهر و ایستگاه دوم در داخل شهر مهریز و در کنار مسجد آبشخور می باشد.

جدول نتایج آزمایشات فیزیکی و شیمیایی نمونه های آب برداشت شده به علت محدودیت فضا در این مقاله درج نگردیده است، ولی در رابطه با این نتایج می توان به موارد زیر اشاره کرد:

مقدار PH در هر دو نقطه قلیایی بوده و تفاوت کمی نیز با هم دارند. دمای آب از مظهر تا انتها یک درجه سانتی گراد گرمتر شده است که با توجه به فصل برداشت نمونه و تماس آب و هوا در این فاصله کاملاً عادی می باشد.

کدورت آب از ۲ واحد در محل مظهر قنات به ۶ واحد در انتهای قنات (داخل شهر مهریز) افزایش یافته است. هدایت الکتریکی آب قنات نیز از مظهر تا انتهای آن تغییر قابل توجهی داشته است طوری که مقدار این عامل در مظهر قنات ۵۷۹ میکروموس بر سانتی متر بوده ولی در انتهای قنات به ۱۲۳۰ میکروموس بر سانتی متر رسیده است. میزان عناصر کلرور، کلسیم و منیزیم از مظهر قنات تا انتهای آن کاهش پیدا کرده است و میزان این عناصر هم نسبتاً معمول می باشد. به تبع کاهش میزان کلسیم و منیزیم مقدار سختی کل آب نیز از مظهر قنات تا محل نمونه برداری دوم کاهش پیدا کرده است. مقدار کل جامدات محلول در مظهر قنات و انتهای آن تفاوت کمی داشته و در هر دو نقطه نیز در حد معمول می باشد. کل جامدات معلق از ۴۷ در مظهر قنات به ۶۳ میلی گرم در لیتر در ایستگاه دوم افزایش پیدا کرده است. مقدار COD در محل مظهر قنات ۱۷ میلی گرم در لیتر بوده و در انتهای قنات به ۲۹ میلی گرم در لیتر افزایش پیدا کرده است. مقدار BOD نیز از ۶ میلی گرم در لیتر در مظهر قنات به ۹ میلی گرم در لیتر در نقطه دوم اندازه گیری افزایش پیدا کرده است. این در حالی است که اکسیژن محلول در مظهر قنات ۵ میلی گرم در لیتر و در انتها ۳ میلی گرم در لیتر اندازه گیری شده است. در کل هر چند آب قنات حس اباد مشیر از نظر شوری و قلیائیت مشکل خاصی ندارد ولی کاهش میزان اکسیژن محلول، افزایش کدورت، افزایش COD و BOD و نیز کل جامدات معلق از مظهر قنات تا انتهای قنات نشان دهنده آنست که آب این قنات در این دو نقطه یعنی در محدوده شهر مهریز بشدت دچار آلودگی می شود که بایستی در اثر ورود فاضلاب و پساب صنعتی و خانگی این اتفاق افتاده باشد. لازم به ذکر است که آزمایشات انجام گرفته بر روی نمونه های آب در آزمایشگاه اداره کل حفاظت محیط زیست و بر اساس روشهای استاندارد جهانی بوده است (۶).

### ۳-۶- منابع آلوده کننده

عمده ترین منابع آلوده کننده مناطق شهری و به ویژه در محدوده مورد مطالعه عبارتند از: فاضلابهای شهری و خانگی، پساب کارگاه های تولیدی و خدماتی و پساب های صنعتی کارخانجات مختلف تولیدی.

فاضلاب شهری و خانگی به علت آلوده شدن به مواد آلی تجزیه پذیر و حاوی مقدار زیادی انگل های مدفوعی، باکتری و ویروس بوده و لذا می تواند بر آب های زیر زمینی تأثیر منفی شدیدی بگذارد. با توجه به اینکه به استثنای محدوده کمی از فاضلاب شهر که به شبکه فاضلاب شهری می ریزد بقیه در چاه دفع می شود و با توجه به نفوذپذیری زیاد زمین در منطقه مورد مطالعه، فاضلاب چاه ها سر از پوکه های قنات قدیمی و یا فعال در آورده و یا اینکه به سفره های زیرزمینی نفوذ کرده و آنها را آلوده می کند. این فاضلاب ها حاوی انواع عوامل بیماریزا بوده و در نتیجه برای کلیه جمعیت مصرف کننده آب می تواند بالقوه خطرناک تلقی شود. مراکز خدماتی و تجاری موجود در منطقه نیز می توانند عامل آلودگی آب

ها گردند. دفع فاضلاب این مراکز نیز به شیوه دفع فاضلاب شهری بوده و در نتیجه همان مشکلات را فراهم خواهند آورد که فاضلاب شهری بوجود می آورد که البته به علت وجود بیمارستان ها و مراکز تحقیقاتی، دفع این گونه فاضلاب خطرناکتر می باشد. در محدوده مورد مطالعه تمرکز مناطق مسکونی و شهرها و به تبع آن جمعیت قابل توجه باعث تولید حجم بالایی از فاضلاب شهری و خانگی می گردد که متأسفانه هنوز سیستم جمع آوری و تصفیه مناسب در اغلب مناطق آن راه اندازی نشده است و تا حال فقط در بخشی از شهر یزد سیستم جمع آوری و تصفیه فاضلاب اجرا گردیده است.

به چند مورد از نتایج سوءآلودگی حاصل از پساب صنایع به صورت فهرست وار در زیر اشاره می شود.

۱- با توجه به انواع متعدد رنگ های مصرفی در فرایندهای چاپ و رنگرزی صنایع نساجی ( مثل رنگ های اسیدی- بازی- خمره ای- دیسپرس- گوگردی- راکتیو و غیره) پساب های رنگی صنایع نساجی در صورت اختلاط با سایر منابع آبی از عبور نور به داخل آب جلوگیری کرده و عمل فتوستنتز گیاهان آبی را کند می نماید.

۲- مواد اصلی موجود در این پساب ها همانند نشاسته شسته شده از فرایند آهارگیری و یا مواد آلی شسته شده از پشم و پنبه در اثر اکسیداسیون بیولوژیکی و یا شیمیایی باعث مصرف اکسیژن محلول آب های سطحی شده و منجر به نابودی موجودات زنده شده و احیاناً موجب شرایط غیر هوازی می گردد.

۳- املاح معدنی مختلف باعث سختی آب سطحی و یا زیرزمینی شده و در آبرسانی و استفاده در صنعت ایجاد مشکل می نماید.

۴- وجود دترجنت و صابون و ترکیبات فنی و غیره بوی آبها را تغییر داده و در آب های سطحی ایجاد کف می نماید.

۵- تغییرات دما در اثر ورود پساب های گرم از فرایند پخت و سفیدگری پارچه و یا پساب دیگ بخار و تغییرات PH در اثر ورود مازاد اسیدها و قلیاهای مصرفی موجود باعث ایجاد مشکلات مختلف از جمله نابودی اکوسیستم آب های سطحی می گردد.

۶- ازت و فسفر موجود در پساب های نساجی ( مصرف اوره و فسفات) وارد آب های سطحی شده و سبب رشد بیش از حد گیاهان آبی گردیده و باعث مشکلات زیست محیطی می شود.

#### ۴- نتیجه گیری :

۱- در اثر استفاده بی رویه از منابع آبهای زیر زمینی بوسیله حفر بی رویه چاهها از یک طرف و عدم مدیریت مناسب روانابها به منظور کنترل و تزریق در سفره های آب زیر زمینی این منابع در محدوده دشت یزد-اردکان بیلان منفی نگران کننده ای را دارد که علاوه بر خطر مربوط به مشکل کمی منابع آب شیرین مشکلات کیفی ناشی از نفوذ سفره های شور به سفره های محدود شیرین در این منطقه (در ا ث افت زیاد سطح سفره های شیرین) مسئله ای است که نمیتوان به راحتی از کنار آن گذشت.

۲- افزایش استفاده از آبهای با کیفیت پائین و شوری و SAR (نسبت جذب سدیم) زیاد باعث تخریب ساختمان و کاهش نفوذپذیری خاک و در نهایت صدمه بر محیط زیست گیاهان موجود در منطقه خواهد شد. البته تحقیقاتی در حال انجام است که در چه شرایطی می توان از آبهای با کیفیت پائین استفاده کرد که نیاز به مطالعات بیشتری در منطقه است (۷) .

- ۳- در بعضی موارد جریان معکوس نمک در تابستان باعث افزایش شوری های ثانویه حاصل از آبیاری در سطح خاک خواهد شد و بدلیل کمبود آب در فصل تابستان نمی توان به عملیات آبخوئی دست زد و لذا باعث ایجاد و گسترش لکه های شوری در اراضی شده و آنها را از استفاده ساقط می نماید.
- ۴- فاضلاب اغلب صنایع مستقر در حوزه دشت یزد-اردکان که در طی مطالعات حاضر مورد بررسی قرار گرفته دارای بار آلودگی به مراتب بالاتر از حد استاندارد جهت رهاسازی در منابع آب و خاک است که البته در این میان فاضلاب صنایع نساجی به علت استفاده از انواع رنگهای شیمیایی در این صنعت و توسعه زیاد آن در منطقه مورد مطالعه خصوصا اطراف شهر یزد نقش مهمتری از این لحاظ دارد. صنایع غذایی و کاشی و سرامیک در رده های بعدی از این لحاظ میباشد. اغلب این فاضلابها متاسفانه بدون هیچگونه تصفیه وارد منابع آب و خاک در قالب پوکه قنوت، چاههای جذبی و یا مسیلهها و فرورفتگیهای سطحی میشود.
- ۵- در حدود ۵۷ درصد از نمونه های برداشت شده از چاههای کشاورزی منطقه مورد مطالعه دارای هدایت الکتریکی بیش از ۳۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر میباشد که دارای محدودیت جدی برای رشد گیاهان و همچنین خاک میباشد. علاوه بر این در طی دو سال گذشته شوری آب این چاهها در برخی مناطق منطقه مورد مطالعه رو به افزایش بوده که خطر کم شدن بازدهی اراضی زراعی و شوری خاک را دوچندان میکند (۸).

#### منابع

- [1] - پاپلی یزدی، م و م لباف خانیکی (۱۳۸۲)، قناتهای تفت، انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور.
- [2] - مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، عجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران، ۱۳۷۱.
- [۳] - کریمی، ی، طرح بررسی و مدیریت زیست محیطی منابع آب و خاک- بررسی منابع آلودگی و کیفیت آب قناتهای حوزه دشت یزد-اردکان، ۱۳۷۹، اداره کل حفاظت محیط زیست استان یزد.
- [4] - علیزاده، ا (مترجم)، کیفیت آب در آبیاری؛ انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۷۷.
- [5] - مهدوی، م، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۷۱.
- [6]- Green, A.C. and I.S. Clesoert (1999), Standard method for examination of water and wastewater, American Public Health Association/American Water Work Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA.
- [7]- Ayres, R.M. and D.D. Mara (1996), Analysis of wastewater for use in agriculture, Geneva.
- [8] - کریمی، ی، طرح بررسی و مدیریت زیست محیطی منابع آب و خاک- مطالعه منابع آلودگی و کیفیت آب زیرزمینی حوزه شهر یزد، ۱۳۷۵، اداره کل حفاظت محیط زیست استان یزد.